

## COMPUTACIÓN E INFORMÁTICA

*ReCIBE, Año 4 No. 1, Febrero 2015*

## Herramienta para establecer y controlar Iniciativas de Mejora de Procesos con MoProSoft

Dagoberto Cruz Sandoval  
Instituto de Informática,  
NovaUniversitas, Oaxaca  
[dago.crusa@gmail.com](mailto:dago.crusa@gmail.com)

**Resumen:** La mejora de procesos software es una disciplina cuya premisa es que un proceso de calidad tiene como consecuencia lógica un producto software de calidad. En México, una industria software emergente y compuesta en su mayoría por micro y pequeñas empresas, ha empezado a incursionar en este tipo de disciplina utilizando el modelo mexicano de mejora de procesos conocido como MoProSoft, sin embargo la carencia de conocimiento y experiencia, hace de este tipo de proyectos algo complicado y desgastante. En el presente trabajo se presenta el desarrollo de un marco de trabajo para las micro y pequeñas empresas desarrolladoras de software en México, el cual es apoyado por una herramienta llamada Kaizen que automatiza las fases básicas de una mejora de procesos: compromiso, evaluación, planeación e implementación basadas en los procesos, actividades, prácticas y roles definidos en MoProSoft. La herramienta tiene como objetivo principal proporcionar apoyo a las micro empresas en las iniciativas de mejora por medio de un marco de actividades automatizadas que guían sus pasos durante la ejecución del programa de mejora. Además, se presenta un caso de estudio y resultados cuantitativos de que con el uso de Kaizen cuatro micro empresas mexicanas vieron mejorados sus procesos de desarrollo de software instaurando las prácticas efectivas definidas por MoProSoft.

**Palabras clave:** Mejora de procesos software, MoProSoft, calidad de software, micro y pequeñas empresas.

## **Tool for supporting MoProSoft-based software Process Improvement Initiatives**

**Abstract:** Software process improvement is a discipline whose premise is that the naturally result of a quality process is the quality in the software product. The Mexican Software Industry is emergent and mostly composed of very small enterprises. In recent years, many of these companies have been involved in process improvement projects using the Mexican improvement model also known like MoProSoft, however, with the lack of knowledge and experience, the projects become complicated and stressful. In this paper, is presented a framework to implement a process improvement project in very small software development enterprises in Mexico, which supported by a tool called Kaizen, automates the basic phases of process improvement: engagement, assessment, planning and implementation, all based on the processes, activities, practices and roles defined in MoProSoft. The tool's main objective is to provide support to micro enterprises in improvement initiatives through a framework of automated activities to guide the next steps in implementing the improvement program. Furthermore, is presented a study case and quantitative results about the use of Kaizen in four Mexican micro-companies and the improvements in their software development processes by the establishment of the effective practices defined by MoProSoft.

**Keywords:** Software process improvement, MoProSoft, software quality, micro and small enterprises.

# 1. Introducción

Las pequeñas y medianas empresas que desarrollan software hecho a la medida han sido parte importante en la consolidación de la industria de software en países como India, Irlanda e Israel (Bonanomi, 2012). En México particularmente, las Micro, Pequeña y Medianas Empresas (MiPyME) desarrolladoras de software representan al 87% de las empresas de acuerdo al estudio realizado por la Asociación Mexicana de la Industria de las Tecnologías de la Información (AMITI) en el 2010 (AMITI, 2010). Si bien la estructura de la industria mexicana de software se encuentra en una etapa relativamente joven, para las empresas ubicadas en el segmento de “software hecho a la medida” existe la oportunidad de alcanzar el desarrollo económico y tecnológico, ya que como han demostrado diversos estudios (Mowery, 1996) (Chandler & Coartada, 2003), este segmento ha definido una parte importante de la evolución de la industria a nivel internacional y ha impactado a diversas actividades industriales y de servicio.

La Mejora de Procesos Software (MPS) es una disciplina que busca generar ventajas como incrementar el nivel de productividad y optimización de los procesos y recursos, además de asegurar la calidad del software, lo cual proporciona una mejor y más sólida posición competitiva, tanto en el mercado mundial como en el local (Sampedro, 2011).

Ante ello en México, diversos empresarios, instituciones educativas y el Gobierno Federal plantearon en conjunto iniciativas que dieron origen al Programa para el Desarrollo de la Industria Software (PROSOFT). PROSOFT plantea los lineamientos de política industrial que deben de imperar para que la industria de software alcance los niveles de competitividad local e internacional (SE, 2008). A pesar de las iniciativas y apoyos generados, el establecimiento de un modelo de procesos formal dentro de las empresas mexicanas es aún una tarea complicada y poco explorada. Por lo tanto, en este artículo se presenta un marco de trabajo para la ejecución de un proyecto de mejora de procesos

software para las MiPyME mexicanas con poca experiencia y conocimiento en programas de mejora, tomando como referencia el modelo de mejora MoProSoft. El marco de trabajo sirve como base para el desarrollo de una herramienta bajo un enfoque web llamada Kaizen implementa y automatiza las distintas actividades básicas de un proyecto de mejora.

El resto del artículo se organiza de la siguiente forma. La sección 2 de este artículo examina la situación actual de la industria de software en México con respecto a la implantación del modelo MoProSoft. La sección 3 presenta el marco de trabajo que sirve como base para el desarrollo de la herramienta Kaizen para establecer iniciativas de mejora de procesos en MiPyME desarrolladoras de software. La sección 4 resume los resultados obtenidos por cuatro MiPyME mexicanas durante los esfuerzos de mejora apoyados por Kaizen, y por último la sección 5 resume las conclusiones del trabajo.

## **2. MoProSoft y su Impacto en la Industria de Software en México**

En México la industria de software aún se encuentra en un proceso de desarrollo y crecimiento, datos de la Secretaria de Economía en 2009, sugirieron que la industria de software y TI en México se encontraba constituida por alrededor de 2,134 empresas. En este sentido, de acuerdo a estudios realizados y presentados en (AMITI, 2010) y (González, 2006), se determinó que la industria presenta una estructura atomística: alrededor del 87% de las empresas son micro y pequeña, 7% son mediana empresa, 5% son gran empresa, y solamente una empresa que cuenta con alrededor de 1500 empleados se considera corporativa.

El gobierno federal mediante la iniciativa PROSOFT plantea como una de sus soluciones desarrollar un modelo de procesos de software que se adaptara a las

características y estructura de las empresas que conforman la industria en México. Como consecuencia, se propuso un nuevo modelo para la industria mexicana, MoProSoft (Modelo de Procesos para la Industria Software) (Oktaba, 2006), que fue desarrollado considerando las mejoras prácticas de modelos como CMMI-SW, ISO 9000:2000, PMBoK, entre otros. En el año 2005, MoProSoft fue adoptado como una norma mexicana bajo el nombre NMX-I-059-NYCE-2005: *Tecnología de la Información – Modelos de procesos y evaluación para desarrollo y mantenimiento de software*.

Para el año 2013, el sitio oficial de la Agencia Mexicana de Normalización y Certificación (NYCE) reportó un total de 265 certificaciones de MoProSoft, 6 de ellas en Nivel 0, 147 en Nivel 1, 108 en Nivel 2, y por último 4 empresas se certificaron en Nivel 3 (NYCE, 2013). En base a estos datos y a los estudios que establecen que el número de empresas desarrolladoras de software que componen a la industria mexicana, oscila en una media de 2,000 organizaciones; el porcentaje de empresas certificadas en el modelo MoProSoft alcanza solamente un 13.2%, lo cual demuestra que aunque los esfuerzos destinados a brindar un marco de trabajo basado en prácticas efectivas para el desarrollo de software bajo el modelo MoProSoft han avanzado y han despertado el interés de la industria, el número de empresas certificadas en dicho modelo sigue siendo muy bajo.

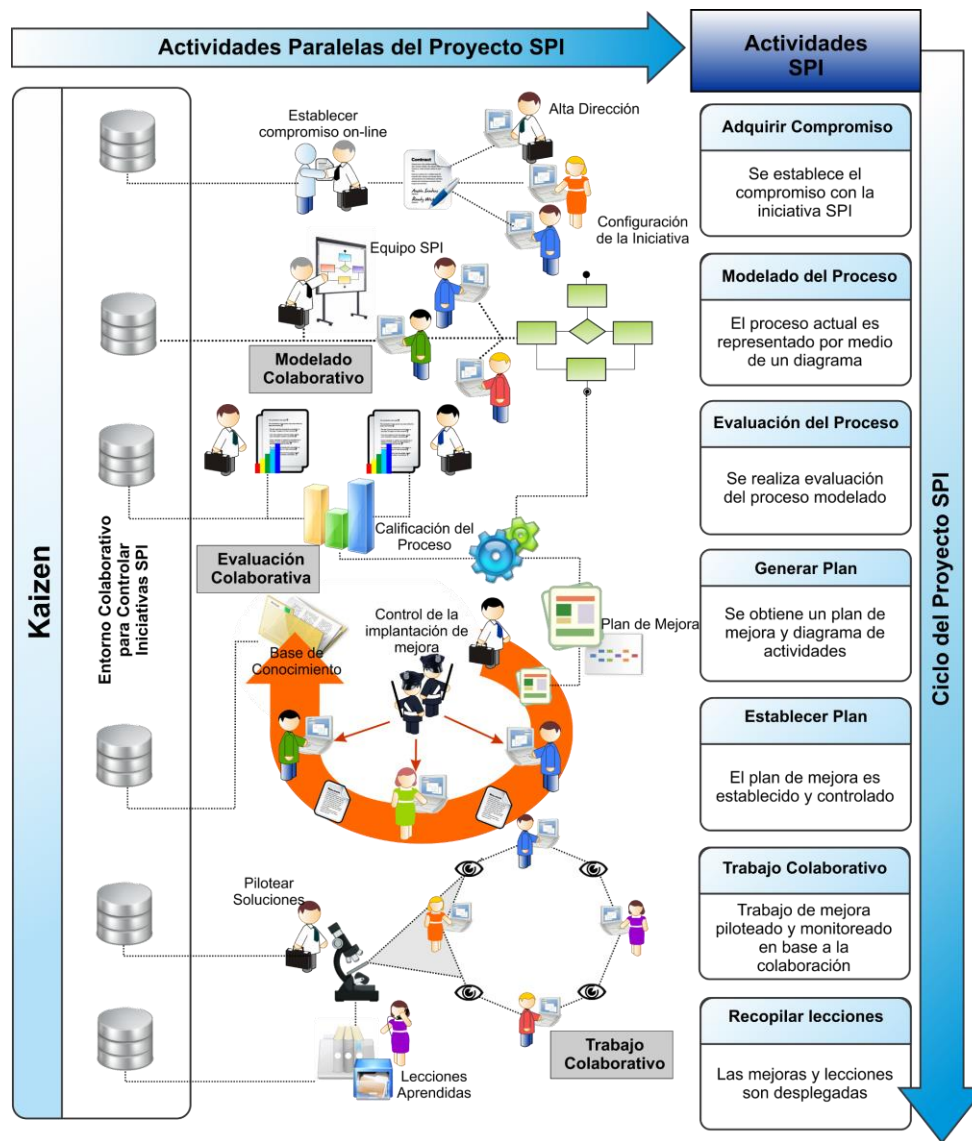
Una de las principales causas de la problemática radica en el hecho de que las empresas carecen de experiencia en la conducción de programas de mejora de procesos, aún y cuando cuenten con un modelo de referencia (MoProSoft) adaptado a las características propias de la industria mexicana. Si bien la solución principal radica en el hecho de brindar una mejor formación universitaria para que en un futuro próximo los ingenieros de software sean capaces de contar con el conocimiento para afrontar este tipo de retos, dicha solución se plantea a mediano/largo plazo con futuras generaciones de profesionales de TI, lo cual representa una problemática para las empresas en operación actualmente, y que buscan dentro de sus objetivos obtener un proceso de desarrollo maduro y

capaz, pero no cuentan con la experiencia necesaria para implantar mejoras basadas en el modelo MoProSoft.

### **3. Kaizen: Herramienta para establecer iniciativas MPS basadas en MoProSoft**

De la problemática presentada en la sección anterior, se desprendió la necesidad de desarrollar un marco de trabajo que sirviera como apoyo para aquellas MiPyMEs que busquen la implantación a corto/mediano plazo del modelo MoProSoft, además de proporcionar soporte para aquellas empresas certificadas que se concentran en los primeros dos niveles del modelo (aproximadamente el 98.4%), pero que debido a su inexperiencia se torna difícil avanzar y conseguir un nuevo nivel de madurez.

El objetivo principal radica en establecer un marco de trabajo que proporcione las fases y actividades dentro de un solo entorno de ejecución para que las organizaciones que pretendan implantar un programa de mejora basado en MoProSoft cuenten con las guías y directrices necesarias para llevar a cabo este tipo de proyectos. El marco de trabajo desarrollado fue la base para la construcción de la herramienta Kaizen (véase Figura 1), denominada así dado que este término japonés significa mejora continua, se basa en las etapas genéricas de un modelo de mejora: *compromiso con la mejora, evaluación actual del proceso, infraestructura y planes de mejora e implantación de planes*.



**Figura 1.** La figura muestra las actividades (derecha) automatizadas que realiza Kaizen durante el programa de mejora. El grupo de trabajo (centro) ejecuta cada una de las actividades mediante la guía y control de Kaizen. La alta dirección establece el compromiso, los jefes de proyectos son evaluados, el grupo de trabajo (analistas, programadores y otros) son los encargados de realizar las actividades del nuevo proceso, piloteados y controlados por Kaizen.

El aspecto más importante a corroborar fue que con el apoyo de Kaizen, las pequeñas organizaciones eran capaces de implantar ciclos de mejora, cumpliendo con todas las fases necesarias para este tipo de proyectos, y de esta

forma conseguir implantar el nuevo proceso y gradualmente convertirlo en parte fundamental de la cultura de trabajo dentro de la estructura de la organización.

### **3.1 Compromiso y configuración de la mejora**

El objetivo de una etapa de compromiso en un proyecto de mejora es conseguir el compromiso de la alta dirección para que la empresa se involucre en el proyecto. El equipo directivo debe entender y comprender las implicaciones de un programa de mejora, y comprometerse a aportar tantas personas, tiempo y otros recursos como sean necesarios para tener éxito en la ejecución del proyecto de mejora (Cuevas et al., 2002). Kaizen cuenta con las funcionalidades necesarias para establecer el compromiso, en primera instancia se establecen las bases de la mejora, luego se determina el alcance de la evaluación mediante la elección de los procesos a mejorar y el nivel que pretende alcanzar la empresa en base a sus necesidades, y por último la integración de un equipo de trabajo.

### **3.2 Evaluación del proceso actual**

La evaluación de Kaizen es la combinación de los resultados de dos técnicas, la primera en forma de cuestionario generado en base a la información obtenida a través de la configuración del alcance del proyecto y actividades propuestas por MoProSoft, el enfoque del cuestionario se encuentra basado en el cuestionario de dos fases presentado en (Garcia, Pacheco & Calvo-Manzano 2010) (véase Figura 2).



**Cuestionario**

**Fases Desarrollo**

- Inicio
- Requerimientos**
- Análisis y Diseño
- Construcción
- Integración y Pruebas
- Cierre

**Pregunta 6**

¿Generan o actualizan la Especificación de Requerimientos ?

**Especificación de Requerimientos**

Se compone de una introducción y una descripción de requerimientos.  
 Introducción: Descripción general del software y su uso en el ámbito de negocio del cliente.  
 Descripción de requerimientos:  
 - Funcionales: Necesidades establecidas que debe satisfacer el software cuando es usado en condiciones específicas. Las funcionalidades deben ser adecuadas, exactas y seguras.  
 - Interfaz con usuario: Definición de aquellas características de la interfaz de usuario que permiten

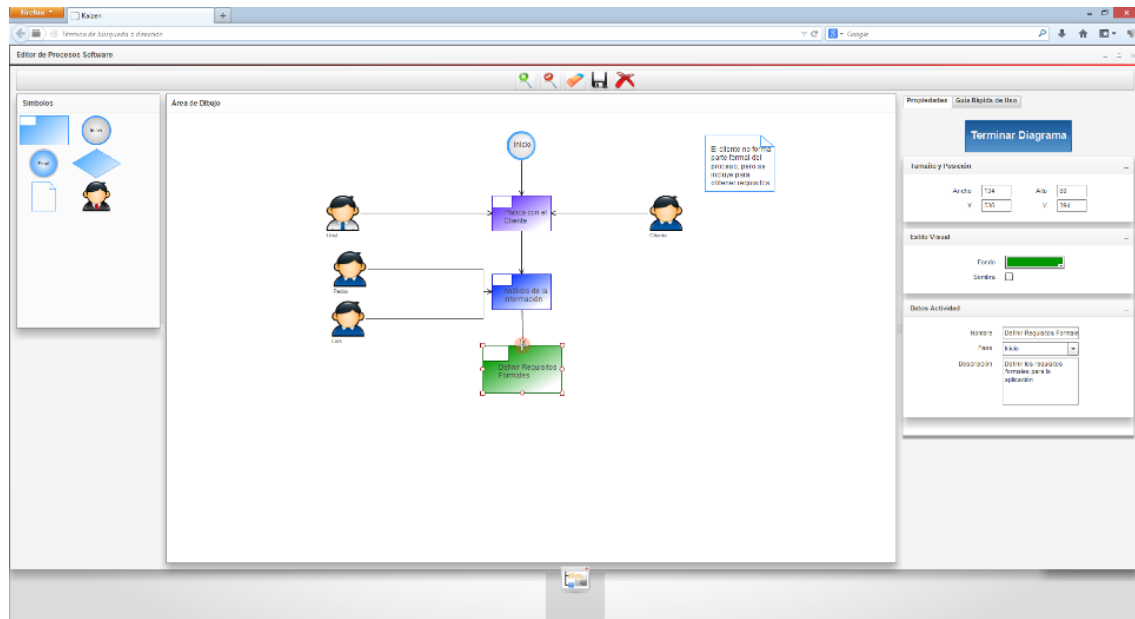
**Respuestas**

- Nunca
- Rara Vez
- Alguna...
- Usualm...
- Siempre

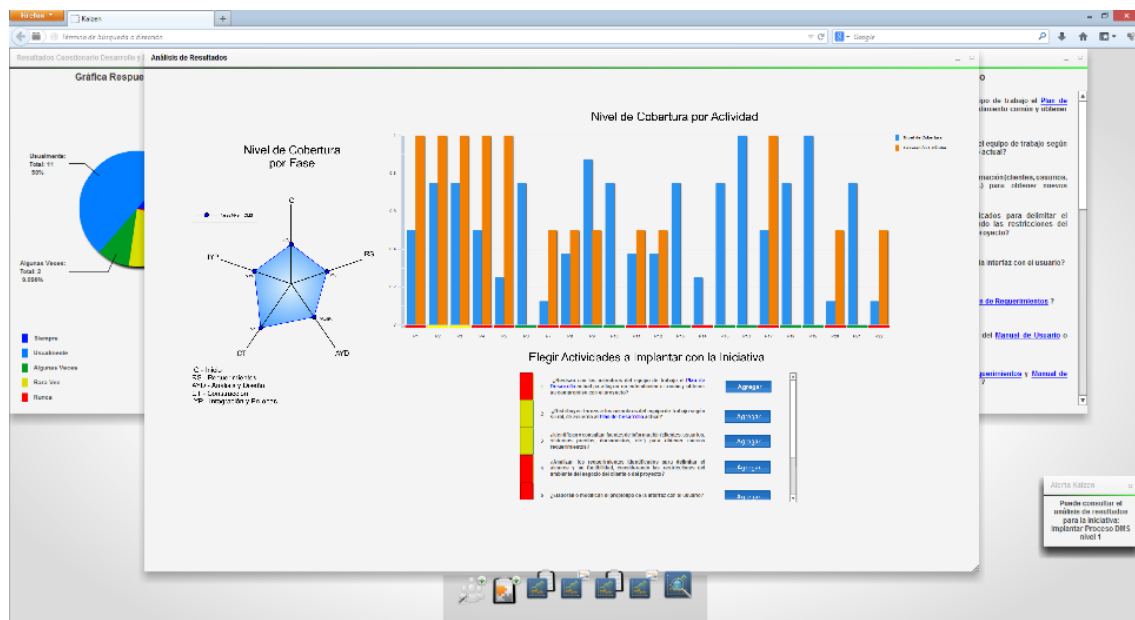
**Figura 2.** Pantalla del cuestionario de dos fases implementado. El cuestionario es la primera técnica utilizada para implementar el método de evaluación de Kaizen.

La segunda técnica se basa en la obtención de la descripción del proceso actual por medio de la edición de un diagrama (véase Figura 3), buscando así obtener una representación fidedigna del proceso que se lleva actualmente en la organización, la idea se encuentra basada en la representación de procesos presentada en (Garcia, Pacheco & Cruz, 2010). La combinación de los métodos tiene como objetivo principal presentar hallazgos en el proceso, que no se obtendrían llevando a cabo por separado ambos métodos.

Una vez concluidas las evaluaciones para todos los jefes de proyecto, se presenta el análisis de los resultados tomando en cuenta la cobertura y desviación estándar por actividad, en base a estos resultados se obtienen los puntos débiles (color rojo), puntos fuertes (color verde) y las actividades que deben de explorarse con mayor profundidad para poder dilucidar si constituye punto fuerte o un aspecto a mejorar (color amarillo). Una vez obtenidas las actividades en las cuales se debe de enfocar la mejora, el responsable de mejora dentro de la MiPyME debe elegir las actividades con las cuales trabajar durante la implantación (véase Figura 4).



**Figura 3.** Pantalla para la edición de diagrama de procesos en Kaizen.



**Figura 4.** Pantalla de los resultados de la evaluación, tomando en cuenta la evaluación de los diferentes jefes de proyecto evaluados.

### 3.3 Generación de planes de mejora

La siguiente fase es generar una planeación, la cual muestre el orden de ejecución de las diferentes mejoras obtenidas en la evaluación, de tal manera que el tiempo para finalizar el proyecto sea el menor posible. El problema es conocido como Problema de Calendarización de Proyectos con Recursos Limitados (RCPSP, acrónimo en inglés para Resource Constrained Project Scheduling Problem) (Wall, 1996). Al tratarse de un RCPSP, una técnica utilizada son los Algoritmos Genéticos (AG), que se han utilizado para optimizar una gran cantidad de problemas (Alcaraz & Maroto, 2001). A partir de la fase de evaluación y de la elección de actividades a mejorar, Kaizen genera una planificación del proyecto utilizando un AG. El AG general para obtener la secuencia de actividades se presenta en la figura 5, en él se muestran otros algoritmos auxiliares utilizados para generar la secuencia de actividades, el algoritmo cuenta con la estructura de un AG básico. Se tomó como parámetro cien generaciones, para de esta forma obtener el mejor calendario de actividades.

---

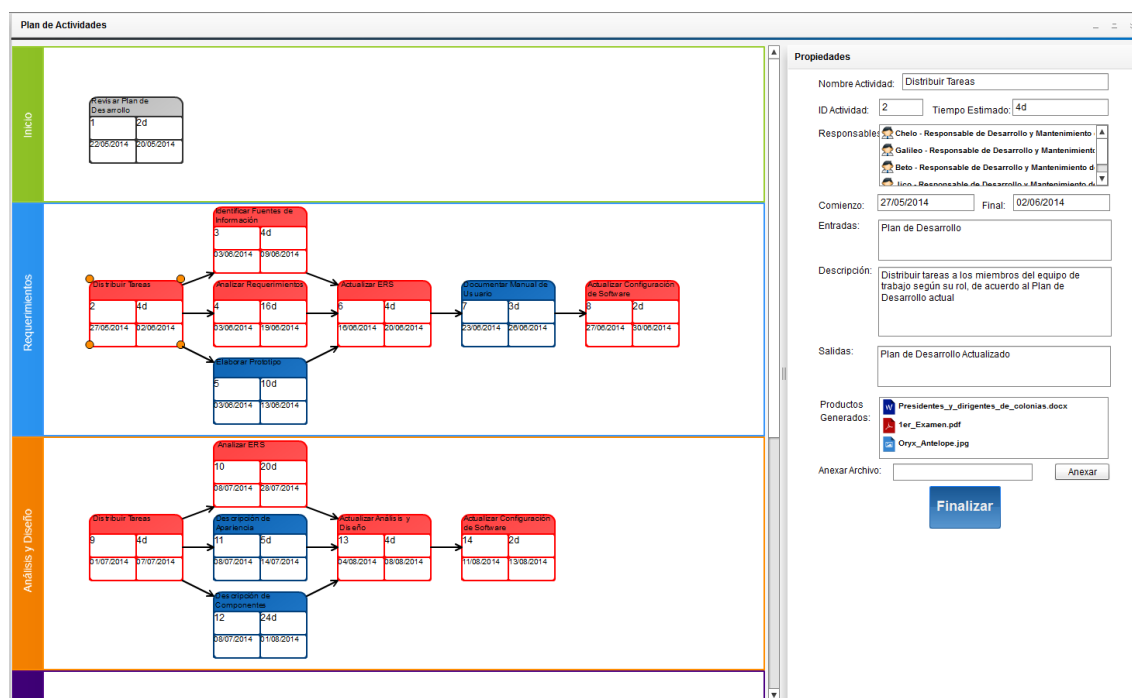
**Entrada:**  $A$  : Lista de actividades a implantar en el proyecto de mejora  
**Salida:** Calendario de Actividades

- 1:  $Precedencia \leftarrow CrearMatrizPrecedencia(A)$
- 2:  $PoblacionInicial \leftarrow CrearPoblacionInicial(TAM)$
- 3:  $PoblacionInicial \leftarrow SeleccionNatural(PoblacionInicial)$
- 4:  $MejorIndividuo \leftarrow MejorIndividuo(PoblacionInicial, Precedencia, R, D)$
- 5:  $Generacion = PoblacionInicial$
- 6: **Para**  $i \leftarrow 1$  hasta  $\#Generaciones$  **Hacer**
- 7:    $Hijos \leftarrow Cruzar(Padre, Madre)$
- 8:    $Generacion \leftarrow Generacion \cup Hijos$
- 9:    $Mutacion(IndividuoAleatorio(Generacion), Precedencia)$
- 10:    $Generacion \leftarrow SeleccionNatural(Generacion)$
- 11:    $MejorIGeneracion = MejorIndividuo(Generacion)$
- 12:   **Si**  $MejorIGeneracion$  es mejor que  $MejorIndividuo$  **Entonces**
- 13:      $MejorIndividuo \leftarrow MejorIGeneracion$
- 14:   **Fin Si**
- 15: **Fin Para**
- 16: Graficar( $MejorIndividuo$ )

---

**Figura 5.** Algoritmo Genético para la generación del plan de actividades.

A partir de la planificación creada por medio del AG, se genera la presentación gráfica del plan, buscando que los jefes de proyecto y miembros del equipo puedan consultar sus actividades y la secuencia de cada una de ellas. La planeación es presentada en un formato de diagrama PERT, para mostrar de forma gráfica las actividades, incluyendo información importante para su desarrollo como calendarización, uso de recursos, productos de entrada y salida, asignaciones y nivel de atención (véase Figura 6).

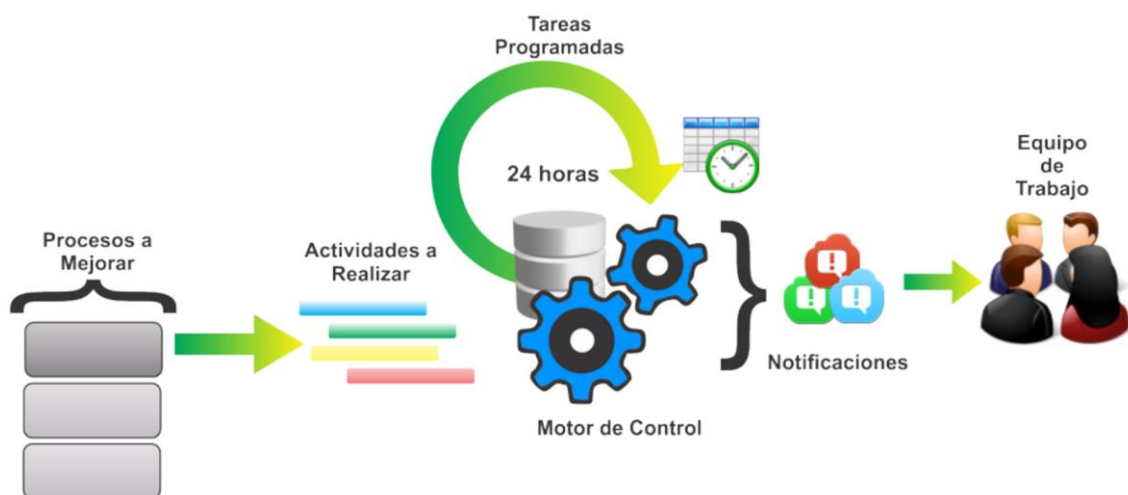


**Figura 6.** Pantalla de planificación de actividades para el nuevo proceso.

### 3.3 Implantación del nuevo proceso mediante el plan de actividades

Kaizen busca ser una herramienta integral para establecer iniciativas de mejora de procesos, por lo que es fundamental el soporte a la fase de implantación. Para desarrollar la funcionalidad, se hace uso de tareas programadas que se ejecutan en función de un intervalo de tiempo especificado. La tarea programada se configura para ejecutarse cada 24 horas, en donde se ejecuta un script que realiza una consulta a la Base de Datos (BD) en base a la fecha del sistema,

para verificar si existen actividades por comenzar, próximas a vencer y vencidas. En caso de detectar cualquiera de los casos anteriores se actualiza un registro en la BD, para que en la próxima ejecución de Kaizen se muestren las alertas o notificaciones dependiendo del tipo de acontecimiento detectado (véase Figura 7).



**Figura 7.** Control y monitorización de implantación de actividades de mejora.

## 4. Resultados obtenidos

El caso de estudio se enfoca en la aplicación de una mejora de proceso asistida por la plataforma Kaizen en cuatro micro empresas desarrolladoras de software. La iniciativa de mejora incluye solamente los procesos de Administración de Proyectos Específicos (APE), y Desarrollo y Mantenimiento de Software (DMS). La decisión fue inducida debido a que MoProSoft e ISO 29110 recomiendan iniciar por estos procesos para las MiPyME que carezcan de experiencia en el uso de modelos de procesos (Oktaba, 2010; ISO, 2011). En primera instancia se estableció una línea base, en donde se obtienen los niveles de cobertura para cada uno de los procesos definidos. A partir de esta línea base se obtiene un plan de mejora, el cual es implantado en la empresa durante el desarrollo de un

proyecto piloto. La Tabla 1 resume los hallazgos más importantes en las líneas base de las cuatro empresas, además incluye la solución propuesta por Kaizen para el nuevo proceso de las organizaciones.

**Tabla 1. Principales diferencias entre los procesos actuales de las MiPyME y los procesos redefinidos por Kaizen**

<b>Proceso MoProSoft</b>	<b>Deficiencia hallada</b>	<b>Recomendación de Kaizen</b>
<b>APE</b>	El proceso carece de formalidad en los plazos de entrega y ciclo de desarrollo.	Establecer las guías básicas para definir la formalidad de un ciclo de desarrollo.
	Los métodos de estimación son casi inexistentes al inicio de los ciclos de desarrollo.	Establecer un proceso de estimación y medición de los atributos del proyecto.
	El proceso para planificar el proyecto es ad-hoc y no hay un método formal establecido.	Establecer procesos formales para la obtención de planes reales.
<b>DMS</b>	El equipo de trabajo no revisa el plan de desarrollo, existiendo desconocimiento de las actividades.	Adaptación de directrices para crear un entorno de trabajo participativo e incluyente.
	La identificación y consulta de fuentes de información es pobre, por lo que los requisitos de los sistemas no son plenamente obtenidos.	Implementación de guías básicas para la obtención de una especificación de requisitos formal.
	La descripción de la estructura interna del sistema no se encuentra	Establecer actividades para el análisis de requisitos y generar una descripción de la estructura del sistema, y componentes,

	totalmente alineada a los requisitos obtenidos.	definiendo las interfaces entre ellos.
	No existen roles específicos para el desarrollo o actualización de los manuales del sistema.	Establecer una delegación de responsabilidades por medio de roles establecidos por MoProSoft.

Al cabo de dos meses de haber culminado los proyectos piloto, se siguió brindando ayuda y asesorías en el uso de los nuevos procesos definidos y se realizó una segunda evaluación a cada una de las MiPyME. En la segunda evaluación se obtuvieron nuevas coberturas para los procesos. Los resultados obtenidos en la evaluación final (véase Tabla 2) evidencian que todas las empresas incrementaron la cobertura de los procesos APE y DMS alrededor de un 20% en relación a los valores obtenidos en la primera evaluación.

**Table 2. Incremento en los niveles de cobertura por proceso de cada una de las MiPyME.**

MPyME	Perfil	Proceso	Antes	Después	Incremento
<b>ES1</b>	Experiencia en modelo de procesos y programas de mejora	APE	42.5%	51.6%	21.4%
		DMS	61.3%	73.2%	19.4%
<b>ES2</b>	Sin experiencia alguna.	APE	29.1%	35.8%	23.0%
		DMS	45.4%	54.5%	20.0%
<b>ES3</b>	Conocimiento limitado sobre modelos de procesos y programas de mejora.	APE	35.8%	42.5%	18.7%
		DMS	50.5%	62.2%	23.2%

<b>ES4</b>	Conocimiento limitado sobre modelos de procesos y programas de mejora.	APE	39.1%	43.8%	12.0%
		DMS	43.1%	55.2%	28.1%

Los incrementos son obtenidos mediante la fórmula:

$$I = \frac{(C_f - C_i) \times 100}{C_i} \quad (1)$$

Donde I representa al incremento obtenido, Cf es la cobertura del proceso después de la implantación del nuevo proceso con la asistencia de Kaizen y Ci es la cobertura inicial obtenida en la línea base.

El uso de la herramienta demostró ser un valioso soporte para este tipo de proyectos, ya que brinda una serie de directrices para llevar a cabo las fases genéricas que componen a una iniciativa de mejora auxiliando a los equipos de trabajo sin experiencia a controlar las mejoras mediante el uso de la herramienta.

## 5. Conclusiones

El brindar las directrices necesarias para implantar una mejora fue de gran ayuda para las organizaciones, ya que, como se demostró en la sección de experimentación, en un primer ciclo las empresas realizaron muchas de las actividades que no se llevaban a cabo hasta antes del uso de Kaizen, lo cual tuvo como resultado una disminución en los tiempos y esfuerzo de desarrollo, obteniendo un producto que cumpla con las expectativas marcadas al inicio del ciclo de desarrollo. Lo anterior establece que una herramienta con las características de Kaizen es una opción recomendable para aquellas pequeñas organizaciones con poca o nula experiencia en iniciativas de mejora y que



buscan la implantación de un modelo de procesos dentro de su proceso actual, debido al marco de trabajo controlado y colaborativo que ofrece.

Asociado a lo anterior, el hecho de proporcionar muchas de las tareas y fases de un ciclo de mejora de manera automatizada como la generación de resultados de la evaluación, generación automática de los planes de mejora, asignación de las actividades recomendadas en base al nivel y procesos elegidos de MoProSoft a los miembros del equipo, generación de un calendario de actividades y un módulo de control y monitoreo de la realización de las actividades especificadas en el calendario; hacen de Kaizen una opción interesante, viable y recomendable a las MiPyME interesadas en la adopción de prácticas de MoProSoft dentro de su infraestructura. Algo a tomar en cuenta es que Kaizen es una herramienta de apoyo, que si bien ofrece muchas ventajas respecto a una conducción “manual” de un programa de mejora, las empresas deben preocuparse por la formación y actualización de sus grupos de trabajo para obtener mejores resultados.

La necesidad de competir no solo en mercados locales sino mundiales, hace que las pequeñas organizaciones busquen la implantación de modelos de procesos internacionales enfocados a las características de micro y pequeñas empresas. Por lo anterior, se considera como trabajo futuro desarrollar nuevas versiones de Kaizen basadas en modelos internacionales como ISO/IEC 29110 y CMMI en su versión para pequeños entornos, dicho cambio representa la actualización de cuestionarios, diagramas de procesos base y forma de evaluación, manteniendo la estructura y fases presentadas en este trabajo.

# Referencias

Alcaraz, J. & Maroto, C. (2001). "A robust genetic algorithm for resource allocation in project scheduling" *Annals of Operations Research*, 102(1-4): 83-109.

AMITI (2010). "Esquema de apoyo gubernamental a la Industria Software". Asociación Mexicana de la Industria de las Tecnologías de la Información, México.

Bonanomi, E. (2012). "Análisis comparativo de la industria de software y servicios informáticos de la Argentina, Brasil y México". Reporte técnico de ESEADE (Escuela Superior de Economía y Administración de Empresas).

Chandler, A. & Coartada, J. W. (2003). *Una nación transformada por la información*. México, DF: Oxford University Press.

Cuevas, G., De Amescua, A., San Feliu, T., Calvo-Manzano, J., Arcilla, M., García, M. & Cerrada, J. (2002). *Gestión del proceso software*. Madrid, España: Editorial Universitaria Ramón Areces,

Garcia, I., Pacheco, C. & Calvo-Manzano, J. (2010). "Using a web-based tool to define and implement software process improvement initiatives in a small industrial setting" *IET Software*, 4(4): 237-251.

González, D. (2006). "Estudio exploratorio de los factores críticos de éxito de la industria mexicana del software y su relación con la orientación estratégica de negocio". Informe de trabajo de investigación, Doctorado en Integración de las Tecnologías de la Información en las Organizaciones. Universidad Politécnica de Valencia, España.

International Organization for Standardization. (2011). "ISO/IEC 29110:2011-Software engineering - Lifecycle profiles for Very Small Entities (VSEs)" Geneva.

Mowery, D. (1996). *International computer software industry: A comparative Study of Industry Evolution and Structure*. New York, NY: Oxford University Press.

Sampedro, J. L. (2011). *Conocimiento y empresa: La industria del software en México*. México, DF: Editorial Plaza y Valdés - UAM Cuajimalpa,

Asociación de Normalización y Certificación Electrónica A.C. -NYCE- (2013). *Lista de empresas dictaminadas*. Disponible en <http://www.nyce.org.mx/>.

Oktaba, H. (2006). "MoProSoft: A software process model for small enterprises". *Proc. Of the First International Research Workshop for Process Improvement in Small Settings*, Software Engineering Institute, pp. 93-101, 2006.

Oktaba, H. (2010). "Pasado, presente y futuro de MoProSoft" *Revista Software Gurú*, 4(1): 25-32.

Secretaría de Economía del Gobierno de México (2008). *PROSOFT 2.0: Programa de desarrollo del sector de servicios de tecnologías de información*. México, DF: Secretaría de Economía.

Wall, M. (1996). "A genetic algorithm for resource-constrained scheduling" PhD Thesis. Department of Mechanical Engineering, Massachusetts Institute Technology.

## Notas biográficas:



**Dagoberto Cruz Sandoval** Ingeniero en Computación y Maestro en Electrónica y Computación, egresado de la Universidad Tecnológica de la Mixteca. Actualmente es Profesor-Investigador de tiempo completo de NovaUniversitas adscrito al Instituto de Informática. Su

línea de investigación principal es la Ingeniería de Software, con especial énfasis en la mejora de procesos software. Ha publicado diversos artículos sobre la creación de marcos de trabajo y herramientas para agilizar las iniciativas de mejora dentro de micro y pequeñas empresas desarrolladoras de software. En los últimos años, ha trabajado en brindar apoyo a las microempresas en la adopción del modelo mexicano para la mejora de procesos MoProSoft, además de realizar esfuerzos para mejorar la calidad de los productos software a partir de un proceso de desarrollo capaz y maduro.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 2.5 México.